

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
21 juillet 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/066653 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **G01S 7/48**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2004/053370

(22) Date de dépôt international :
9 décembre 2004 (09.12.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03 14602 12 décembre 2003 (12.12.2003) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*)
: **THALES** [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200
Neuilly-Sur-Seine (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **PAPU-
CHON, Michel** [FR/FR]; Thales Intellectual Property,
31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex
(FR). **POCHOLLE, Jean-Paul** [FR/FR]; Thales Intel-
lectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117
Arcueil Cedex (FR).

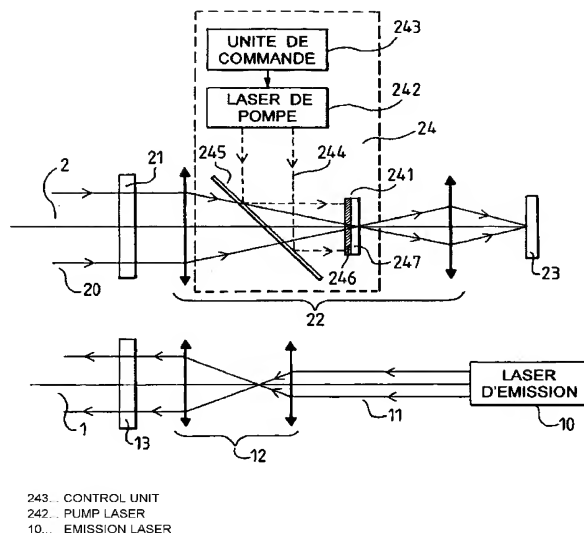
(74) Mandataires : **ESSELIN, Sophie** etc.; Thales Intellectual
Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil
(FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: LASER ACTIVE OPTRONIC SYSTEM WITH IMPROVED DETECTIVITY

(54) Titre : SYSTEME OPTRONIQUE ACTIF LASER A DETECTIVITE AMELIOREE



243... CONTROL UNIT
242... PUMP LASER
10... EMISSION LASER

(57) Abstract: The invention relates to a laser active optronic system with improved detectivity, especially with eye safety. Said system comprises a path (1) for the emission of a target illuminating laser beam by an emission source (10), and a path (2) for the reception of the wave backscattered by the target. The reception path contains an optical switching device (24) which receives the backscattered wave and comprises an optical gain medium (241), and means for pumping (242) the gain medium, said gain medium absorbing the wavelength of the laser and becoming essentially transparent when it is pumped, in such a way that the switching device can be activated respectively in an on or off mode. The inventive system also comprises a unit for controlling (243) the pumping means, enabling the switching device to be activated in the on mode in at least one time window of a pre-determined duration, triggered at a pre-determined moment following the start of the emission of the illumination laser beam.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/066653 A1



PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrége :** L'invention concerne un système optronique actif laser à détectivité améliorée, notamment à sécurité oculaire. Le système comprend une voie (1) pour l'émission d'un faisceau laser d'illumination d'une cible par une source d'émission (10) et une voie (2) pour la réception de l'onde rétrodiffusée par la cible. Sur la voie de réception est positionné un dispositif de commutation optique (24) recevant ladite onde rétrodiffusée et comprenant un milieu à gain optique (241), des moyens de pompage (242) dudit milieu à gain, ledit milieu à gain étant absorbant à la longueur d'onde du laser et devenant sensiblement transparent lorsqu'il est pompé, de telle sorte à permettre l'activation du dispositif de commutation respectivement en mode bloqué ou passant. Il comprend en outre une unité de commande (243) des moyens de pompage permettant l'activation du dispositif de commutation en mode passant dans au moins une fenêtre temporelle de durée prédéterminée, déclenchée à un instant prédéterminé après le début d'émission du faisceau laser d'illumination.

SYSTEME OPTRONIQUE ACTIF LASER A DETECTIVITE AMELIORE

L'invention concerne un système optronique actif laser à détectivité améliorée, et s'applique notamment à un système d'imagerie active ou à un système de télémétrie laser et de façon générale à tout système optronique actif comprenant une voie d'émission et une voie de réception laser, et plus particulièrement dans les systèmes dits à sécurité oculaire.

Les systèmes optroniques actif laser connaissent de nombreuses applications dont notamment la télémétrie, basée sur la mesure de temps de vol d'une impulsion laser émise par le système et rétro-réfléchi par la cible, ou les systèmes d'imagerie active, dans lesquels une cible à imager est éclairée par une source non naturelle type source laser. Pour des raisons de sécurité oculaire, on est amené à éviter l'emploi de sources d'émission dont les longueurs d'onde sont dans le visible. On leur préfère des sources d'émission à longueur d'onde dites à sécurité oculaire, c'est à dire des longueurs d'onde à laquelle les zones de l'œil antérieures à la rétine (cornée, humeur aqueuse, cristallin) sont absorbantes, de sorte à ce que la rétine soit protégée en cas d'impact d'un faisceau laser dans l'œil. Ces longueurs d'onde appartiennent au proche infrarouge (typiquement au-dessus de 1 μm), et les sources classiquement utilisées sont par exemple les lasers dopés Erbium (longueur d'onde d'émission 1,5 μm), ou les lasers dopés Néodyme (source d'émission à 1,06 μm) associés à des dispositifs optiques non linéaires comme les oscillateurs paramétriques optiques, pour émettre à des longueurs d'onde supérieures à 1 μm . L'emploi de telles sources nécessite de trouver pour les systèmes optroniques des composants (optique, récepteur, etc.) sensibles à ces longueurs d'onde.

Une raison de l'insuffisance de détectivité dans les systèmes optroniques actifs, de type imagerie active ou télémétrie, vient notamment du flux parasite incident sur le détecteur généré par les diffusions atmosphériques sur les premières centaines de mètres du trajet optique entre le système et la cible. Ce flux parasite peut générer un signal de détection d'amplitude supérieure à celui résultant du flux rétro-réfléchi par la cible qui peut être à plusieurs kilomètres du système.

Une façon de s'affranchir de ce problème consiste à commuter la capacité de détection du récepteur du système optronique pour le rendre

2

inopérant pendant une durée donnée, grâce à la mise en place d'un dispositif électronique dans le détecteur lui-même. Cette technique ne dépend pas de la longueur d'onde utilisée ; elle est donc opérante dans les systèmes optroniques à sécurité oculaire. Cependant, on peut être amené à rechercher des temps de commutation très courts, par exemple pour la réalisation de systèmes d'imagerie avec résolution distance. Le dispositif électronique de commutation doit présenter dans ce cas une forte bande passante et est générateur de bruit.

L'invention présente un système optronique actif à détectivité améliorée, permettant de limiter le flux parasite dû à la rétrodiffusion sur l'atmosphère grâce à un dispositif de commutation contrôlé. Il est basé sur la mise en œuvre sur la voie de réception du système optronique d'un dispositif de commutation optique utilisant un milieu à gain optique pompé par des moyens de pompage commandés par une unité de commande, permettant l'activation du dispositif de commutation avec des temps de commutation très courts (de l'ordre de la nanoseconde) et compatible des systèmes à sécurité oculaire.

Plus précisément, l'invention propose un système optronique actif laser comprenant une voie pour l'émission d'un faisceau laser d'illumination d'une cible par une source d'émission et une voie pour la réception de l'onde rétrodiffusée par la cible, caractérisé en ce que sur la voie de réception est positionné un dispositif de commutation optique recevant ladite onde rétrodiffusée et comprenant un milieu à gain optique, des moyens de pompage dudit milieu à gain, ledit milieu à gain étant absorbant à la longueur d'onde du laser et devenant sensiblement transparent lorsqu'il est pompé, de telle sorte à permettre l'activation du dispositif de commutation respectivement en mode bloqué ou passant, et caractérisé en ce qu'il comprend en outre une unité de commande des moyens de pompage permettant l'activation du dispositif de commutation en mode passant dans au moins une fenêtre temporelle de durée prédéterminée, déclenchée à un instant prédéterminé après le début d'émission du faisceau laser d'illumination.

L'utilisation d'un milieu à gain optique peut permettre en outre l'amplification du signal rétro-réfléchi par la scène, permettant ainsi d'augmenter la sensibilité du système.

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, illustrée par les figures annexées qui représentent :

- 5 - Les figures 1A et 1B, les schémas d'un exemple de système optronique selon l'invention selon deux variantes;
- La figure 2, un schéma illustrant l'allure du signal de retour en fonction du temps ;
- La figure 3, un schéma illustrant un exemple d'utilisation du dispositif selon l'invention.

10 Sur les figures, les éléments identiques sont indexés par les mêmes repères.

 La figure 1A représente sous forme d'un schéma simplifié un exemple de système optronique actif laser selon l'invention. Il s'agit par exemple d'un système de télémétrie ou d'un système d'imagerie active. Il
15 comprend une voie 1 pour l'émission d'un faisceau laser d'illumination d'une cible et une voie 2 pour la réception de l'onde rétrodiffusée par la cible. Dans cet exemple, les deux voies sont séparées, mais le système pourrait aussi bien être monostatique, c'est-à-dire avec une fenêtre d'entrée commune aux deux voies. La voie 1 comprend de façon connue une source d'émission
20 d'un faisceau laser 11 destiné à illuminer une cible (non représentée), un objectif 12 de mise en forme du faisceau, un hublot de sortie 13. La source d'émission laser est avantageusement une source impulsionnelle, mais une source d'émission continue ou quasi continue est également envisageable dans certaines applications, notamment en imagerie active. La voie de
25 réception 2 du faisceau 20 correspondant au flux lumineux rétrodiffusé par la cible comprend outre le hublot d'entrée 21, un objectif 22 destiné à focaliser le faisceau lumineux 20 sur des moyens de détection 23 reliés à un dispositif électronique de traitement du signal (non représenté).

 Selon l'invention, sur la voie de réception 2 est positionné un
30 dispositif de commutation optique 24 qui reçoit l'onde rétrodiffusée 20. Il comprend un milieu à gain optique 241, des moyens de pompage 242 du milieu à gain, tels que le milieu à gain est absorbant à la longueur d'onde du laser d'émission 10 et devient sensiblement transparent lorsqu'il est pompé, de telle sorte à permettre l'activation du dispositif de commutation
35 respectivement en mode bloqué ou passant. Le dispositif de commutation

comprend en outre une unité de commande 243 des moyens de pompage permettant l'activation du dispositif de commutation en mode passant dans au moins une fenêtre temporelle de durée prédéterminée, déclenchée à un instant prédéterminé après le début d'émission du faisceau laser
5 d'illumination.

Dans l'exemple de la figure 1A, le milieu à gain optique 241 est positionné dans un plan focal intermédiaire de la voie de réception, ce qui permet de pouvoir limiter la taille dudit milieu. Il est également envisageable de positionner le milieu à gain dans un plan pupillaire lorsque aucun plan
10 focal intermédiaire n'est accessible et que la réalisation d'un milieu à gain de plus grande taille n'entraîne pas de difficulté technologique.

Dans cet exemple, les moyens de pompage sont des moyens de pompage optique, comprenant une source d'émission 242 d'un faisceau de pompe 244 destiné à pomper ledit milieu à gain 241. Une lame réfléchissante
15 ou partiellement réfléchissante 245 à la longueur d'onde du faisceau de pompe 244 permet d'envoyer ledit faisceau vers le milieu à gain.

L'exemple de la figure 1A montre le pompage du milieu à gain dans le sens de propagation du flux incident. Il peut être avantageux de prévoir, comme cela est représenté sur la vue partielle de la figure 1B, que le
20 faisceau de pompe 244 se propage dans le milieu à gain 241 dans le sens opposé au sens de propagation du flux incident dans le système, pour limiter le flux parasite éventuel sur le détecteur 23. Dans ce cas, la lame partiellement réfléchissante 245 est située entre le milieu à gain 241 et le détecteur 23.

25 Selon la longueur d'onde de pompage du milieu à gain choisi, le faisceau de pompe peut être extrait de la source d'émission 10, ce qui permet de réduire l'encombrement total du système optronique. Les moyens de pompage peuvent être aussi des moyens de pompage électrique lorsque le milieu à gain le permet, ce qui permet de s'affranchir d'une source laser
30 supplémentaire.

Le système optronique actif laser selon l'invention peut alors fonctionner de la manière suivante, illustrée par le schéma de la figure 2. Dans cet exemple, on suppose que la source d'émission 10 est une source
35 impulsionnelle qui envoie à l'instant t_0 une impulsion vers une cible dont on veut par exemple faire une image. La courbe 25 de la figure 2 représente le

signal détecté par les moyens de détection 23 (figure 1A) en fonction du temps. Cette courbe montre que ce signal comprend une composante très importante correspondant au flux émis par la source d'émission et rétrodiffusé par l'atmosphère avant d'atteindre la cible. Comme le montre la

5 courbe 25, ce flux décroît en fonction du temps mais son amplitude peut être très importante par rapport au flux rétrodiffusé par la cible elle-même, correspondant sur la figure 2 au signal noté 251, qui peut être à des distances de plusieurs kilomètres du système optronique. Grâce au système de commutation selon l'invention, il est possible de générer une zone

10 aveugle qui correspond à une fenêtre temporelle pendant laquelle le commutateur est bloqué. Ainsi sur la figure 2, le commutateur est bloqué entre l'instant t_0 d'émission de l'impulsion et un instant t_A , qui définit la zone distance aveugle du système d'imagerie. Une cible située à une distance supérieure envoie un signal d'écho 251 à un instant noté t_C . Il est ainsi

15 possible de supprimer une grande partie du flux lumineux parasite incident sur les moyens de détection 23.

Le dispositif de commutation du système selon l'invention met en œuvre un milieu à gain, pompé par des moyens de pompage, eux-mêmes contrôlés par une unité de commande afin de définir la zone aveugle. Pour

20 obtenir une telle fonctionnalité, le milieu à gain est choisi de telle sorte que lorsqu'il n'est pas pompé, il est absorbant à la longueur d'onde du laser d'émission et devient sensiblement transparent, voire présente du gain optique, lorsqu'il est pompé. Certains milieux à gain connus de l'art antérieur, et décrits ci-dessous, peuvent fonctionner à des longueurs d'onde

25 supérieures au micron, ce qui permet l'application de l'invention aux systèmes optroniques à sécurité oculaire. Par ailleurs, le gain de ce type de matériaux est sensiblement isotrope, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas de l'imagerie active, pour lequel l'angle de vue peut être important. En outre, certains milieux à gain ont des temps de réponse très

30 courts, comme les matériaux de type semi-conducteur, ce qui peut permettre des fonctionnalités supplémentaires qui seront décrites ultérieurement.

Dans un même temps, ces matériaux étant par principe des amplificateurs dont le gain est commuté, ils peuvent avantageusement être utilisés pour amplifier le niveau du signal rétroréfléchi par la cible, permettant

35 ainsi d'optimiser la puissance laser nécessaire pour obtenir une portée

déterminée, ce qui peut permettre de minimiser l'encombrement et la puissance de la source et de faciliter ainsi l'intégration du système dans des ensembles optroniques nécessitant une grande compacité et présentant des possibilités de puissance électrique limitées. Par ailleurs, le système selon
5 l'invention permet à niveau de puissance laser équivalent, d'augmenter la portée du système.

De nombreux milieux à gain bien connus de l'état de l'art, peuvent être utilisés pour la mise en œuvre du dispositif de commutation du système optronique selon l'invention.

10 Par exemple, le milieu à gain est un matériau semi-conducteur dont la bande de gain est ajustée en modifiant la composition ; il peut s'agir par exemple de matériau de type GaInAsP fabriqués par épitaxie et bien connus de l'état de l'art. Un avantage des matériaux semi-conducteurs est la possibilité d'un pompage électrique, ce qui peut simplifier la configuration
15 optique du système en ne nécessitant pas de laser de pompe. Par exemple, dans le cas d'un système optronique mettant en œuvre une source d'émission laser à 1,54 μm , on pourra utiliser un composé du type GaInAsP avec la composition adaptée. Le pompage peut être électrique, ou optique, à 0,98 μm , ou à 0,8 μm (longueur d'onde des diodes lasers classiquement
20 utilisées pour le pompage des lasers solides de type Nd :YAG). Comme dans l'exemple de la figure 1, le milieu à gain peut être formé d'un empilement de couches semi-conductrices 246, d'une épaisseur typiquement de l'ordre du micron, sur un substrat 247.

Selon un autre exemple, il est possible d'utiliser les propriétés de
25 certaines terres rares incorporées à des matrices transparentes, la condition correspondant à une absorption maximale du dispositif lorsqu'il n'est pas pompé étant vérifiée avec des matériaux de type 3 niveaux. Par exemple, on peut utiliser comme milieu à gain des ions Erbium dans du verre pour des longueurs d'onde du laser d'émission voisines de 1,54 μm .

30 Selon une variante de mise en œuvre du système optronique actif laser selon l'invention, il est possible de générer des fenêtres temporelles correspondant à différentes portes distance. Ainsi, dans l'exemple de la figure 3, sont représentées trois cibles A, B, C situées à des distances d_A , d_B , d_C du système optronique. Grâce au contrôle des moyens de pompage du
35 milieu à gain, on peut faire varier l'instant de la porte distance pour analyser

la scène plan par plan. Par ailleurs, grâce à l'utilisation de milieux à gain type semi-conducteur qui ont des temps de réponse très rapides, il est possible d'obtenir des portes très fines et d'accéder ainsi à une résolution en distance de la cible pour de l'imagerie tridimensionnelle.

5 Outre l'application à l'imagerie tridimensionnelle, la résolution en distance peut être intéressante pour d'autres applications, comme par exemple la profilométrie, qui met en œuvre l'analyse par un mono détecteur du profil de retour d'un train d'impulsions. Ce profil donne une signature de la cible observée.

10 Selon une variante, le milieu à gain est formé d'un bloc sensiblement homogène. Pour certaines applications, il peut être intéressant d'avoir un milieu à gain « pixelisé ». Par exemple, dans le cas d'un milieu à gain de type semi-conducteur, il est possible de disposer d'une matrice d'éléments à gain optique, typiquement de l'ordre de la dizaine de microns,
15 lesdits éléments pouvant être pompés sélectivement par les moyens de pompage, par exemple des moyens de pompage électrique. Cela permet notamment des applications de type protection contre la menace laser en supprimant par blocage du dispositif de commutation un éventuel point d'éblouissement laser sur les moyens de détection. La même fonctionnalité
20 peut être obtenue dans un milieu à gain formé d'un bloc homogène, avec des moyens de pompage optique qui comprennent outre la source d'émission d'un faisceau de pompe, un modulateur spatial de lumière sur lequel est envoyé le faisceau de pompe, permettant d'activer sélectivement différentes zones du milieu à gain, réparties sur l'ensemble du bloc selon une matrice à
25 deux dimensions. Ainsi, le milieu à gain se trouve « pixelisé » par la configuration des moyens de pompage en autant de faisceaux de pompe élémentaires.

REVENDICATIONS

1- Système optronique actif laser comprenant une voie (1) pour
5 l'émission d'un faisceau laser d'illumination d'une cible par une source
d'émission (10) et une voie (2) pour la réception de l'onde rétrodiffusée par la
cible, caractérisé en ce que sur la voie de réception est positionné un
dispositif de commutation optique (24) recevant ladite onde rétrodiffusée et
comprenant un milieu à gain optique (241), des moyens de pompage (242)
10 dudit milieu à gain, ledit milieu à gain étant absorbant à la longueur d'onde
du laser et devenant sensiblement transparent lorsqu'il est pompé, de telle
sorte à permettre l'activation du dispositif de commutation respectivement en
mode bloqué ou passant, et caractérisé en ce qu'il comprend en outre une
unité de commande (243) des moyens de pompage permettant l'activation
15 du dispositif de commutation en mode passant dans au moins une fenêtre
temporelle de durée prédéterminée, déclenchée à un instant prédéterminé
après le début d'émission du faisceau laser d'illumination.

2- Système optronique selon la revendication 1, dans lequel le
milieu à gain (241), lorsqu'il est pompé, génère en outre un effet
20 d'amplification de l'onde rétrodiffusée.

3- Système optronique selon l'une des revendications
précédentes, dans lequel les moyens de pompage sont des moyens de
pompage optique comprenant une source d'émission (242) d'un faisceau de
pompe destiné au pompage du milieu à gain.

25 4- Système optronique selon la revendication 3, dans lequel la
source d'émission du faisceau de pompe est extraite de la source d'émission
(10) du faisceau d'illumination de la cible.

5- Système optronique selon l'une des revendications
précédentes, dans lequel le dispositif de commutation optique est positionné
30 au voisinage d'un plan focal intermédiaire.

6- Système optronique d'imagerie active selon la revendication 5,
dans lequel le milieu à gain est formé d'un bloc homogène et en ce que les
moyens de pompage sont des moyens de pompage optique, comprenant
une source d'émission d'un faisceau de pompe et un modulateur spatial de
35 lumière sur lequel est envoyé ledit faisceau de pompe, permettant d'activer

sélectivement différentes zones du milieu à gain, réparties sur l'ensemble du bloc selon une matrice à deux dimensions.

7- Système optronique d'imagerie active selon la revendication 5, dans lequel le milieu à gain est agencé sous forme d'une matrice d'éléments à gain optique, lesdits éléments pouvant être pompés sélectivement par lesdits moyens de pompage.

8- Système optronique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le milieu à gain est un matériau semi-conducteur, pompé par des moyens de pompage optique.

9- Système optronique selon l'une des revendications 1,2, 5 ou 7, dans lequel le milieu à gain est un matériau semi-conducteur, pompé par des moyens de pompage électrique.

10- Système optronique selon l'une des revendications 8 ou 9, dans lequel ledit matériau semi-conducteur est de type GaInAsP dont la composition est adaptée en fonction de la longueur d'onde du faisceau laser d'émission.

11- Système optronique selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le milieu à gain est un matériau à 3 niveaux de transition.

12- Système optronique selon la revendication 11, dans lequel le milieu à gain comprend des ions Erbium, les moyens de pompage étant des moyens de pompage optique à 0,98 ou 1,48 microns.

13- Système optronique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité de commande est programmée pour activer le dispositif de commutation en mode passant selon plusieurs fenêtres temporelles correspondant à des portes distance différentes pour l'analyse en trois dimensions d'une scène.

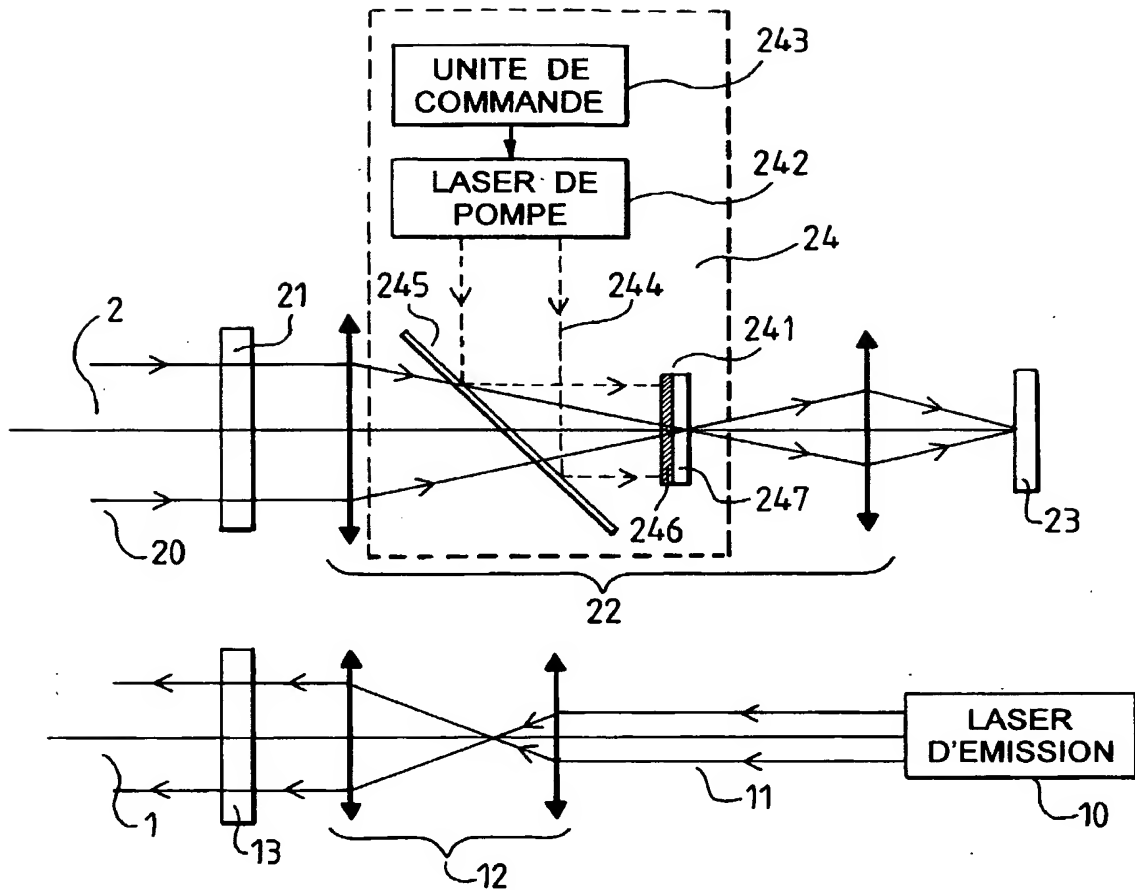


FIG.1A

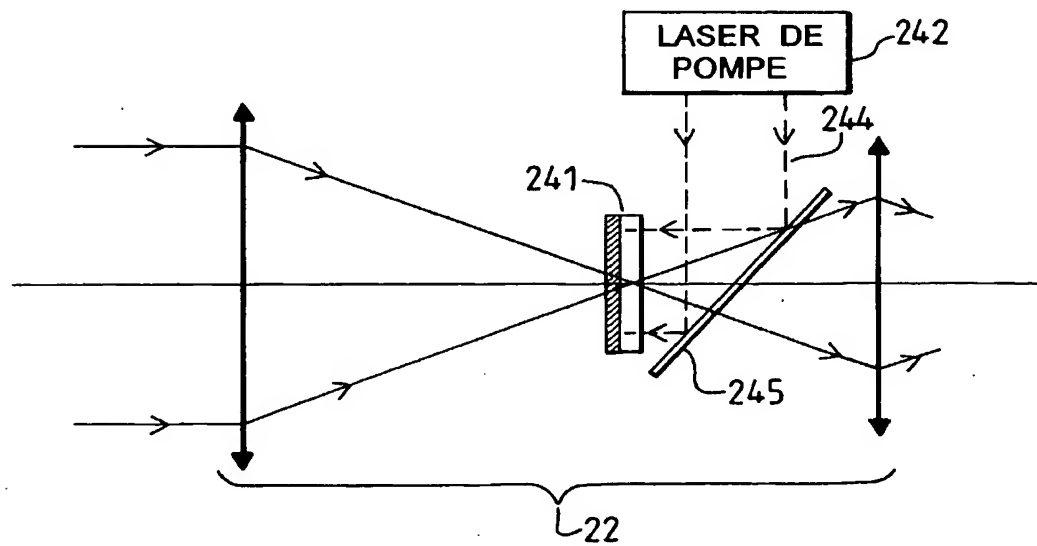


FIG.1B

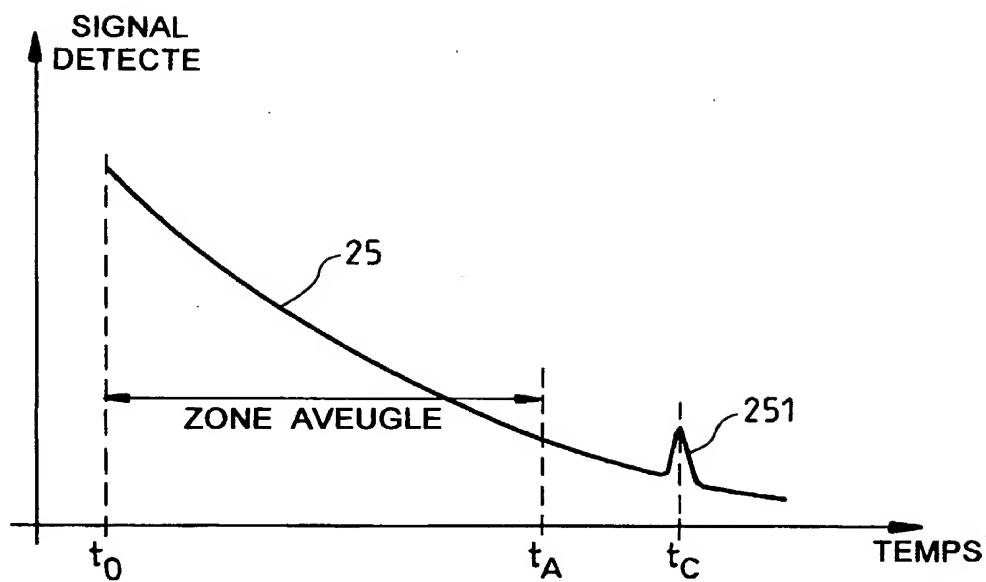


FIG. 2

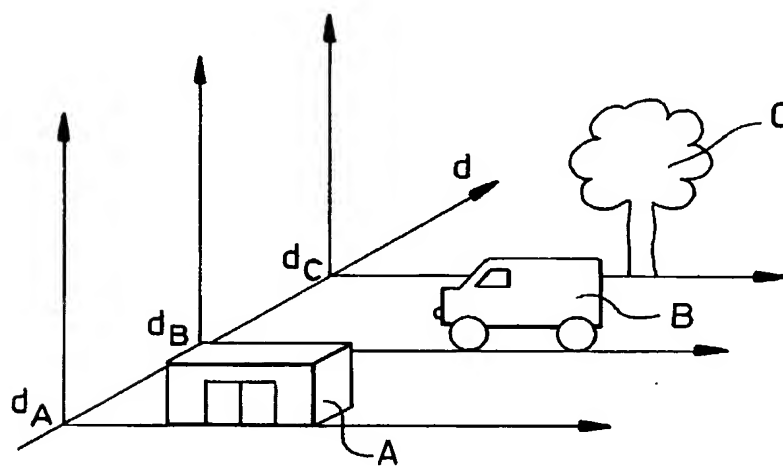


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G02F G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 521 070 A (RENTZEPIS PETER M ET AL) 21 July 1970 (1970-07-21) column 1, line 53 - line 56 column 2, line 30 - line 41 column 2, line 62 - line 65 -----	1,3,5,11
Y	US 4 197 006 A (MAILLET HENRY) 8 April 1980 (1980-04-08) column 1, line 10 - line 16 column 1, line 42 - column 2, line 2 column 2, line 47 - line 48 -----	1,3,5,11
A	WO 02/093806 A (GOODFELLOW ROBERT CHARLES ; MARCONI COMM LTD (GB)) 21 November 2002 (2002-11-21) page 7, line 14 - page 8, line 20 -----	2,8,10, 12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2005

Date of mailing of the international search report

23/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Petitpierre, O

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053370

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3521070	A	21-07-1970	NONE	
US 4197006	A	08-04-1980	FR 2408817 A1	08-06-1979
			BE 870284 A1	07-03-1979
			DE 2840605 A1	05-04-1979
			GB 2005105 A , B	11-04-1979
			NL 7809592 A	27-03-1979
			NO 783205 A	26-03-1979
WO 02093806	A	21-11-2002	CA 2440442 A1	21-11-2002
			EP 1391069 A1	25-02-2004
			WO 02093806 A1	21-11-2002
			JP 2004531960 T	14-10-2004
			US 2004151420 A1	05-08-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

le Internationale No
PCT/EP2004/053370

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01S7/48

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G02F G01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 3 521 070 A (RENTZEPIS PETER M ET AL) 21 juillet 1970 (1970-07-21) colonne 1, ligne 53 - ligne 56 colonne 2, ligne 30 - ligne 41 colonne 2, ligne 62 - ligne 65 -----	1,3,5,11
Y	US 4 197 006 A (MAILLET HENRY) 8 avril 1980 (1980-04-08) colonne 1, ligne 10 - ligne 16 colonne 1, ligne 42 - colonne 2, ligne 2 colonne 2, ligne 47 - ligne 48 -----	1,3,5,11
A	WO 02/093806 A (GOODFELLOW ROBERT CHARLES ; MARCONI COMM LTD (GB)) 21 novembre 2002 (2002-11-21) page 7, ligne 14 - page 8, ligne 20 -----	2,8,10, 12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 mars 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Petitpierre, 0

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D e Internationale No
PCT/EP2004/053370

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3521070	A	21-07-1970	AUCUN
US 4197006	A	08-04-1980	FR 2408817 A1 08-06-1979 BE 870284 A1 07-03-1979 DE 2840605 A1 05-04-1979 GB 2005105 A , B 11-04-1979 NL 7809592 A 27-03-1979 NO 783205 A 26-03-1979
WO 02093806	A	21-11-2002	CA 2440442 A1 21-11-2002 EP 1391069 A1 25-02-2004 WO 02093806 A1 21-11-2002 JP 2004531960 T 14-10-2004 US 2004151420 A1 05-08-2004